

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL EN PROCESOS DE EXPORTACIÓN
DE MANZANAS Y SUS IMPLICANCIAS**

POR

CAMILA IGNACIA ZAPATA BAEZA

**INFORME PROFESIONAL PRESENTADO
A LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE
LA UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO.**

**CHILLÁN – CHILE
2023**

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL EN PROCESOS DE EXPORTACIÓN
DE MANZANAS Y SUS IMPLICANCIAS**

POR

CAMILA IGNACIA ZAPATA BAEZA

**INFORME PROFESIONAL PRESENTADO
A LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE
LA UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO.**

**CHILLÁN – CHILE
2023**

Aprobada por:

Profesora Asistente, Karin Albornoz M.
Ing. Agrónomo, M.S. Ph. D.

Guía

Profesor Asociado, Manuel Faúndez S.
Ing. Agrónomo, Mg. Cs., Dr.

Asesor

Profesor Asociado, Guillermo Wells M.
Ing. Agrónomo, Mg. Cs.

Decano

TABLA DE CONTENIDOS

	Página
Resumen.....	1
Summary.....	1
Introducción.....	2
Desarrollo y discusión	4
Parámetros de calidad en manzanas.....	4
Normas de calidad.....	6
Puntos críticos de control.....	9
Línea de procesos en un packing de manzanas de exportación.....	10
Análisis de puntos críticos de control en packing de manzanas.....	16
Conclusiones.....	19
Referencias.....	19

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

	Página
Figura 1 Tabla de disponibilidad de las variedades de manzanas comercializadas en Chile.....	5
Tabla 1 Definición de algunos defectos críticos.....	6
Tabla 2 Definición de algunos defectos de calidad.....	7
Tabla 3 Definición de algunos defectos de condición.....	8
Tabla 4 Puntos críticos de control en packing de manzanas variedad HoneyCrisp.....	17

PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL EN PROCESOS DE EXPORTACIÓN DE MANZANAS Y SUS IMPLICANCIAS

CRITICAL CONTROL POINTS IN APPLE EXPORT PROCESSES AND ITS IMPLICATIONS

Palabras índice adicionales: agroindustria, Chile, packing, Honeycrisp, líneas de procesos.

RESUMEN

El mercado mundial de la manzana se caracteriza por una alta competitividad y una demanda que se encuentra en constante crecimiento, donde China se posiciona como el mayor productor y exportador en el mundo. En el hemisferio sur, Chile es el principal productor y exportador, con alrededor de 36.205 hectáreas plantadas y una oferta de más de 40 variedades de exportación, destacando 'Royal Gala', 'Richared Delicious', 'Granny Smith', 'Gala' y 'Tenroy Royal Gala'. Para mantener este nivel de competitividad, los esfuerzos deben enfocarse en ofrecer permanentemente fruta que cumpla con los estándares de calidad y condición, la inocuidad alimentaria y las exigencias fitosanitarias de los mercados. Debido a esto, los puntos críticos de control en los packing de manzanas de exportación son clave para garantizar las exigencias del mercado, debiéndose controlar la correcta ejecución de los procesos, tales como las duchas de recepción, temperaturas en cámaras de guarda, vaciadores clorados, el lavado y enjuague, aplicación de calcio, pre secado, aplicación de fungicida y encerado, y secado. La supervisión en los puntos críticos de control, y la intervención oportuna, permite garantizar el cumplimiento en términos de calidad e inocuidad alimentaria, favoreciendo, a su vez, la confianza del consumidor, la competitividad en el mercado y la optimización de la cadena de suministro.

SUMMARY

The global apple market is characterized by its high competitiveness and a growing demand, where China is the largest producer and exporter of the world. In the

southern hemisphere, Chile is the main producer and exporter, with around 36,205 hectares and an offer of more than 40 cultivars, including 'Royal Gala', 'Richared Delicious', 'Granny Smith', 'Gala' and 'Tenroy Royal Gala'. To maintain this level of competitiveness, efforts must be focused on permanently offering fruit that meets quality and condition standards, food safety, and phytosanitary requirements of the markets. Due to this, the critical control points in the packing of apples for export are key to guarantee the demands of the market, and the correct execution of the processes must be controlled, such as reception showers, temperatures in storage rooms, chlorinated drains, washing and rinsing, calcium application, pre-drying, fungicide application and waxing, and drying. Supervision at critical control points, and timely intervention, makes it possible to guarantee compliance in terms of quality and food safety, favoring, in turn, consumer confidence, market competitiveness and optimization of the supply chain.

INTRODUCCIÓN

La manzana (*Malus domestica* L.), pertenece a la familia de las rosáceas, es una de las frutas más comúnmente cultivadas en todas las zonas templadas del mundo. Este cultivo ocupó el tercer lugar en la producción mundial de fruta en 2021, con una producción de 93,44 millones de toneladas métricas (FAO, 2022b).

La manzana cumple un rol relevante en la nutrición humana y se consume ampliamente tanto en forma fresca como procesada (Patocka *et al.*, 2020). Este fruto tiene una textura firme, sabor agridulce y cuenta con numerosas variedades comerciales.

Alrededor de 96 países del mundo cultivan manzanas para venta en mercados nacionales y para exportación (Vasylieva y James, 2021). En 2022, la producción mundial de manzanas está dominada por China, liderando en términos de superficie total de cultivo y exportación. La producción anual de manzanas frescas en China fue de aproximadamente 40,9 millones de toneladas, lo que representó el 52 % de la producción mundial del cultivo (Simfruit, 2023). La Unión Europea y Estados Unidos ocuparon el segundo y tercer puesto, respectivamente (FAO, 2022a).

Desde el año 2000, la producción mundial de manzanas ha aumentado en un 46 %,

mientras que el área cultivada ha disminuido cerca de un 15 %, denotando un aumento en el rendimiento de este cultivo (FAO, 2022a). En cuanto a los mayores exportadores (US\$), China se posiciona en el primer lugar, con US\$1,4 MM, seguido de Italia con US\$1,05 MM, Estados Unidos con US\$873 M, Nueva Zelanda con US\$ 757 M, y Chile, con cerca de US\$627 M al año (OEC, 2021).

En Chile, en términos de volumen, la manzana es la tercera fruta exportada (602.478 toneladas), siendo los principales destinos Colombia (14 %), Estados Unidos (12 %) y Brasil (10 %) (ODEPA, 2023).

La producción de manzanas en Chile se emplaza en las regiones más frías del centro-sur del país, entre Rancagua y Puerto Montt, y está disponible desde finales de enero hasta noviembre (Fruits from Chile, 2021). Existen alrededor de 32 mil hectáreas plantadas (FAO, 2022a) y se exportan más de 40 variedades diferentes de manzanas, donde las principales, en volumen, son 'Royal Gala', 'Richared Delicious', 'Granny Smith', 'Gala' y 'Tenroy Royal Gala', a la vez que variedades nuevas como 'Honeycrisp' comienzan a ganar relevancia (Fruits from Chile, 2021).

Coincidiendo con la tendencia mundial, Chile ha mostrado un aumento de la producción y una disminución del área cultivada de manzana, desde 2000 al 2020, doblando la producción, alcanzando 1.700.000 toneladas al año en 2020, y reduciendo el área cultivada en un 10 %, llegando a 32 mil hectáreas en 2020 (FAO, 2022a).

La demanda de manzanas de alta calidad se ha convertido en un tema fundamental para la industria, a causa de las preferencias del consumidor y, en los últimos años, a causa de un aumento en la competitividad en el mercado (Pomanova, 2021). Chile no se ha visto excluido de este desafío, teniendo que enfocar los esfuerzos en los puntos críticos que afectan la calidad e inocuidad de la fruta en el proceso productivo, a fin de asegurar el cumplimiento de estándares exigidos por el mercado.

El objetivo de este informe profesional fue describir los parámetros y normas de calidad utilizados en un packing de manzanas y, por otra parte, describir y analizar los puntos críticos de las líneas de procesos y control de calidad en un packing de

manzanas de exportación de una empresa privada ubicada en la Región de La Araucanía.

DESARROLLO Y DISCUSIÓN

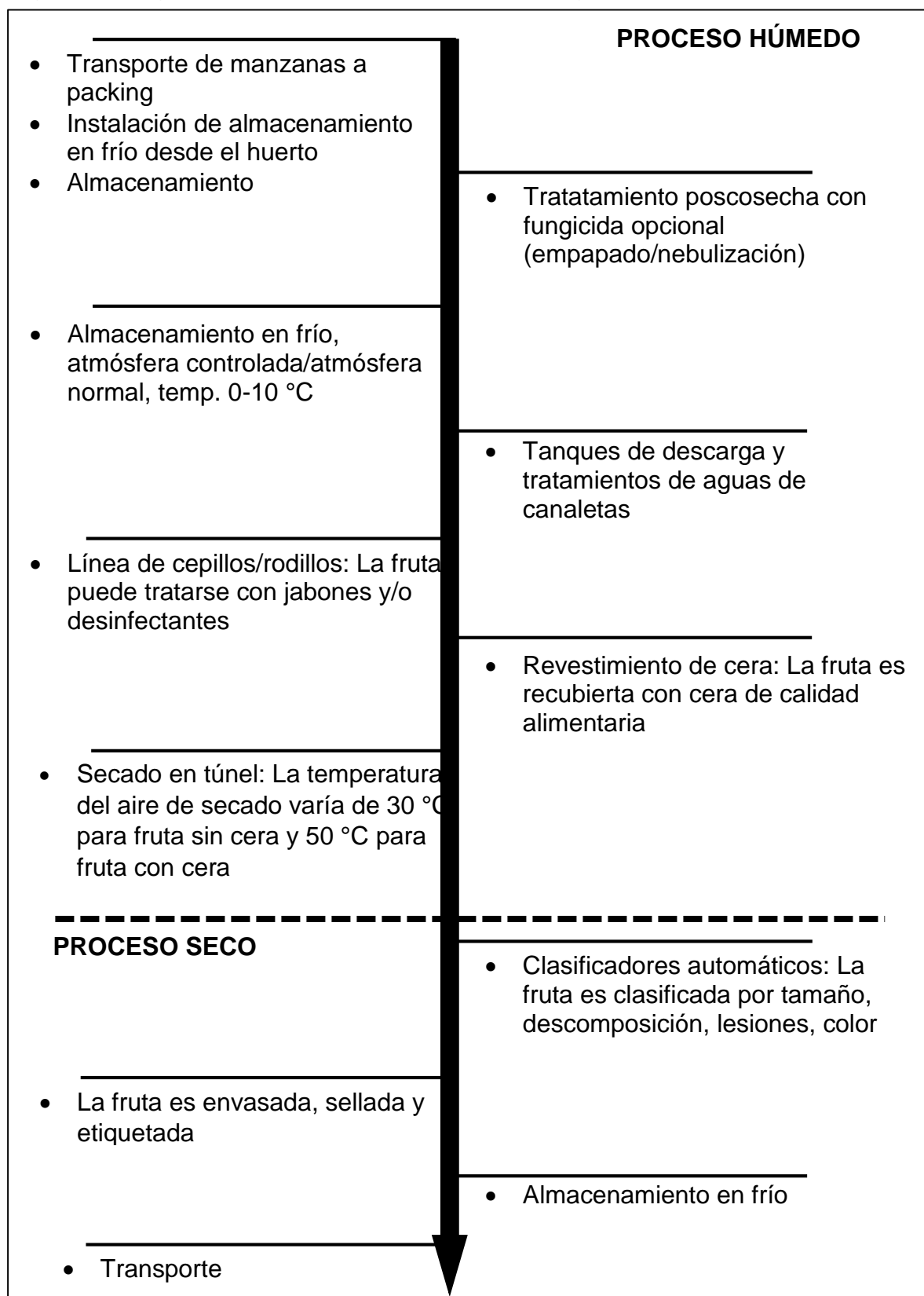
Parámetros de calidad en manzanas

Las manzanas de alta calidad son la primera opción de los consumidores y, por lo tanto, el principal objetivo que los productores y procesadores de manzanas se esfuerzan por alcanzar (Lu y Lu, 2016). A lo largo del desarrollo de la industria agroalimentaria, se han definido estándares de calidad para los productos agrícolas, aunque no siempre están bien definidos y pueden variar según el uso final del producto (Cubero *et al.*, 2011). En manzanas, los factores comúnmente utilizados para evaluar la calidad son acidez, contenido de sólidos solubles expresados en grados Brix (°Brix), contenido de almidón, firmeza, y madurez, así como características de apariencia, como tamaño o peso, diámetro, forma, color y ausencia de defectos, los que pueden ser monitoreados durante todo el proceso productivo (Cubero *et al.*, 2011).

Los *packing* de frutas son las unidades productivas en donde se lleva a cabo un conjunto de operaciones sobre la fruta cosechada, que contempla la recepción de la fruta, lavado y secado, selección, etiquetado y embalaje, paletizado, prefrío, y almacenamiento, según los diversos criterios de calidad, y embalaje para su posterior distribución (Figura 1). El destino de la fruta puede ser exportación, mercado nacional o plantas procesadoras de frutas (principalmente plantas de pulpas, jugos o deshidratados), según la calidad de la fruta (Schröer y Remler, 2017).

Entre las tecnologías utilizadas en los *packing* se encuentran, el mantenimiento en frío con atmósfera controlada, el uso de compuestos inhibidores de la acción de la hormona etileno, líneas de preselección automáticas, líneas de embolsado automáticas, sistemas automatizados de sanitización y corrección de parámetros químicos, plataformas ópticas de clasificación con software de reconocimiento de defectos, llenado automático de *bins* para exportación, alta capacidad de proceso, entre otras, las cuales permiten realizar una selección y empaque con más precisión y rapidez (San Clemente, 2022).

Figura 1. Diagrama de un proceso típico de *packing* en manzanas.



Fuente: Adaptado de Pietrysiak *et al.*, 2019.

Normas de calidad

La función de la agroindustria de exportación de manzana es producir, procesar y exportar fruta según variados parámetros, tanto generales, de calidad y condición, como de inocuidad alimentaria y fitosanitaria, exigidos desde el mercado de destino (Tafur, 2009).

Las normas de calidad definen los defectos y determinan los niveles de tolerancia para cada uno de ellos según cada variedad. Se definen tres tipos de defectos. Por una parte, se encuentran los defectos críticos (Tabla 1), tales como la presencia de insectos cuarentenarios, residuos y pudrición, que no tienen tolerancia o su presencia compromete su aprobación. También se encuentran los defectos de calidad (Tabla 2), como daño por trips, russet, tamaño y forma del fruto, que no cambian o evolucionan en el tiempo. Y, por otra parte, los defectos de condición (Tabla 3), como heridas abiertas, deshidratación, bitter pit, corazón acuoso y escaldado, donde estos defectos sí pueden cambiar o evolucionar en el tiempo.

Tabla 1. Definición de algunos defectos críticos.

Defectos críticos	Definición
Residuos	Presencia en el fruto de depósitos, ya sea de tierra, químicos u otra materia extraña, las cuales afectan su presencia externa.
Presencia de insectos cuarentenarios	Presencia, en el fruto o en el envase, de insectos vivos considerados plagas de importancia cuarentenaria, definidas como tales para los países de destino o en Chile.
Pudrición	Alteración del fruto causada por hongos/otros microorganismos, en cualquier nivel de compromiso y estado de desarrollo.
Presencia de hojas	Presencia de hojas en cajas embaladas es causal de rechazo en algunos mercados. Eliminar durante cosecha y/o embalaje.

Fuente: Normas para manzana de exportación Temporada 2021 - 2022. Empresa privada. Información de uso confidencial.

Tabla 2. Definición de algunos defectos de calidad.

Defecto de calidad	Definición
Corcho	Defecto que se manifiesta en el fruto como una depresión en la superficie, generalmente, de coloración más oscura en el sector afectado y desarrollo de tejidos corchosos bajo la lesión.
Daño por trips	Marca dejada en la ovipostura de este insecto que se presenta como un punto necrosado y rodeado por un halo blanquecino irregular en la epidermis del fruto.
Deforme	Fruto que ha perdido la forma típica de la variedad, causada por diferentes fenómenos durante el período de crecimiento del fruto.
Daño por escama de San José	Pequeña mancha en forma de aureola rojiza, la cual puede presentar una pequeña escama (insecto) en el centro de la misma.
Daño por granizo	Daño en la piel del fruto que se manifiesta como una depresión de tamaño variable con una coloración ligeramente más oscura que el resto de la piel. La pulpa subyacente se presenta más firme que la restante y en ocasiones con tejido corchoso.
Daño por granizo	Daño en la piel del fruto que se manifiesta como una depresión de tamaño variable con una coloración ligeramente más oscura que el resto de la piel. La pulpa subyacente se presenta más firme que la restante y en ocasiones con tejido corchoso.
Falta de color de cubrimiento	Frutos cuyo porcentaje de color de cubrimiento es menor al mínimo establecido para cada variedad-calidad en un embalaje determinado.
Herida cicatrizada	Daño en la piel del fruto que puede o no comprometer la pulpa, pero que se encuentra suberizada. Se considera defecto cuando la herida tiene una longitud mayor a 0,5 cm.
Ramaleo	Alteración de la textura y coloración normal de la epidermis, producto del roce del fruto con las ramas del árbol. Se considera defecto cuando sumado o individual ocupa una superficie $\geq 1,0 \text{ cm}^2$
Roces	Alteraciones superficiales que afectan la coloración normal de la piel.
Russet	Alteraciones superficiales de la piel, de aspecto ruginoso que afectan la epidermis pudiendo afectar las cavidades u otra zona del fruto.
Uniformidad de color	Homogeneidad de las cajas embaladas respecto de la coloración de los frutos embalados. La falta de uniformidad corresponde al porcentaje de frutos fuera de la categoría embalada.
Descalibre	Frutos cuyo tamaño no corresponde al rango de los frutos contenidos en un envase. Se considera defecto solo los frutos del calibre superior o inferior al rotulado. No hay tolerancia para frutos con más de un calibre de diferencia.

Fuente: Normas para manzana de exportación Temporada 2021 - 2022. Empresa privada. Información de uso confidencial.

Tabla 3. Definición de algunos defectos de condición.

Defectos de condición	Definición
Bitter Pit	Desorden fisiológico que se desarrolla interna o externamente en el fruto; externamente con manchas circulares < 5 mm. en la epidermis e internamente presentan un aspecto corchoso, de color pardo y sabor amargo, generalmente se ubican en la zona calicinal del fruto.
Corazón acuoso	Desorden fisiológico en que se produce paso de azúcares a los espacios intercelulares, observándose zonas de aspecto traslúcido.
Corazón mohoso	Enfermedad causada por uno o por la combinación de diferentes hongos, afectando a la cavidad carpelar y en algunos casos extendiéndose a la pulpa. Detectándose visualmente por un área pardeada donde el hongo está evolucionando.
Daño por polilla	Picaduras y perforaciones profundas y dirigidas hacia la semilla, incluso perforándola. Pueden penetrar desde el pedicelo, la zona calicinal o por los lados del fruto.
Escaldado	Desorden fisiológico, que se desarrolla después de un período de almacenaje y se presenta como manchas pardas o negruzcas de diferente intensidad, afectando solo la epidermis del fruto. Se considera defecto la presencia del daño independiente de la superficie afectada.
Fruto sobre maduro	Fruta cuya firmeza de pulpa es inferior a la indicada en la norma y en algunos casos también asociado a frutos blandos al tacto y de color de fondo amarillo.
Golpe de sol	Es el daño provocado en el fruto por sobre-exposición a altas temperaturas y se observa un cambio en la coloración normal de la piel. Se considera defecto cuando el color de la piel toma tonalidad amarilla intensa.
Herida abierta	Lesión no cicatrizada en la piel del fruto, con o sin compromiso de la pulpa (seca o húmeda). Incluye heridas frescas (producidas en línea de proceso, por pedúnculo, etc.)
Machucón	Daño provocado por golpe o compresión que, sin romper la piel, deterioran la pulpa confiriendo un aspecto pardeado, cambiando progresivamente de color en almacenaje y/o transporte. Se considera defecto cuando el daño ocupa una superficie superior a 0,5 cm ² con o sin cambio de color.
Partidura peduncular	Pequeñas fisuras en la epidermis, generalmente asociadas a condiciones de madurez y alta humedad relativa en almacenaje.
Deshidratación	Defecto producido por pérdida de agua por parte del fruto, provocando un "arrugamiento" de la epidermis y un "ablandamiento" parcial de la zona más afectada. Este ablandamiento no es producto de un avance de la madurez, sino de la pérdida de turgencia de las células en la zona afectada. Se considera daño cuando el problema es visible.
Venturia	Manchas de bordes irregulares de aspecto casposo y/o resquebradizo de color gris o negro, pudiendo producir deformaciones.

Fuente: Normas para manzana de exportación Temporada 2021 - 2022. Empresa privada. Información de uso confidencial.

Puntos críticos de control

Todo punto crítico de control, PCC, (o CCP, del inglés, Critical Control Points), se define como alguna fase de cierto proceso en la que se puede y debe realizar un control, que previene, elimina o reduce, a un nivel admisible, una amenaza que puede afectar la inocuidad de un determinado producto (OIRSA, 2016). Esto proviene y se rige por el sistema HACCP (siglas en inglés de Hazard Analysis and Critical Control Points), que es una herramienta que detecta peligros y establece sistemas de control, con el fin de asegurar inocuidad del alimento o producto final (Sánchez *et al.*, 2010).

El sistema HACCP, puede encontrarse en cualquier parte de la cadena, desde productor primario hasta consumidor. Dentro de sus ventajas está entregar productos finales inocuos y así dar mayor confianza a comercio internacional, ayudando a desarrollar nuevas alianzas (CCA, 2003). El sistema se guía por las normas de CCA (Comisión del Codex Alimentarius), que es una entidad organizada por FAO y OMS (Organización Mundial de la Salud).

La empresa elige el equipo de trabajo ideal para realizar análisis de principios HACCP, el cual nombra Puntos Críticos de Control, y genera un sistema de vigilancia y mejoras de errores. Para ello, se buscan empresas certificadoras, las cuales se encargan de evaluar el cumplimiento de normas, puntos críticos efectivos y eficaces, para aminorar los riesgos de inocuidad, mejorando los procesos y productos finales, logrando así estándares de confiabilidad de mercados objetivos y certificaciones para exportación de fruta a nivel mundial y por mercado en específico (FAO, 2009).

Existe una variedad de certificadoras y certificaciones tanto obligatorias como voluntarias, las que hacen que una empresa, producto y/o servicio sea destacable frente a sus pares, ofreciendo grandes estándares de calidad y seguridad (Vasquez y Torres, 2018). Las principales certificaciones para el ámbito alimentario son: ISO 9001, ISO 22000, FSSC 22000, BRC Global Standard for Food Safety, IFS (International Featured Standards), GLOBAL GAP, HALAL, KOSHER, NON-GMO (Genetically Modified Organisms) (International Finance Corporation, 2020).

Línea de procesos en un packing de manzanas de exportación

El proceso comienza con la recepción de manzanas, donde se realiza el pesaje del camión y etiquetado de trazabilidad (productor, variedad, fecha de cosecha) en *bins*, posterior a esto se realiza el primer control de calidad. Este se efectúa para conocer la calidad y condición de la fruta, a fin de elegir el mejor mercado de destino. Las manzanas pasan por un proceso de semi - lavado para eliminar excesos de contaminantes, como polvo y materias extrañas. Posterior a esto, se impregnan con calcio y fungicidas con pH ajustados para asegurar la mejor calidad en destino, cuyas aplicaciones dependen de la variedad según “Normas para manzana de exportación Temporada 2021 - 2022” (Empresa privada. Información de uso confidencial).

El primer control de calidad consiste en la evaluación de 100 frutos, sobre los cuales se testean parámetros dentro de los cuales están, temperatura, color, firmeza, madurez, sólidos solubles, desórdenes internos, calibre, color, defectos de calidad y condición. La tolerancia de cada uno de estos parámetros se describe en la norma de calidad. Según variedad de las manzanas, la norma de calidad se apega a las exigencias internacionales y nacionales, cada control es plasmado en planillas y programas computacionales donde la información será enviada por correo al productor y estará en línea para que la empresa haga el seguimiento y evaluación (Normas para manzana de exportación Temporada 2021 - 2022. Empresa privada. Información de uso confidencial).

Posterior a la recepción de la materia prima y terminada su evaluación, la fruta se traslada a cámaras de frío, dependiendo de los resultados obtenidos y de la variedad testada, donde se llevan a un proceso de guarda en cámaras a temperaturas y tiempo determinado, según corresponda, ya sea FC1, FC2, FC3 o AC1 (Gopala, 2015). Cuando se habla de FC1, se refiere a un tipo de almacenaje en frío, llamado Frío convencional n°1, el cual, se realiza en cámaras de mantención que pueden conservar fruta durante menos de un mes. FC2 es aquel tipo de frío que permite un periodo de guarda mayor a un mes. FC 3 es fruta de proceso inmediato o fruta no apta para proceso que se comercializa en Chile. Los tipos de frío de atmósfera controlada N°1 (AC1) corresponden a la regulación de la humedad

relativa, cantidad de oxígeno (O₂) en la cámara y extracción de dióxido de carbono (CO₂), para así preservar la fruta por mayor tiempo (Guajardo, 2000; INTAGRI, 2017). Fisiológicamente hablando, lo que se busca con la mantención en frío es retrasar los procesos bioquímicos, como la tasa de respiración, producidos en madurez y senescencia, para mantener la fruta fresca, con buen sabor, aspecto externo e interno sano, y mantener firmeza. Dentro de los factores que afectan la tasa respiratoria, por tanto, la cantidad de tiempo en cámara de frío, temperatura de mantención y humedad relativa son: variedad, calibre de frutos, fecha de cosecha, golpes, heridas y presencia de patógenos (Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura, 2018).

Las variedades que pasan por un proceso de selección y embalaje en packing son, principalmente, 'Honeycrisp', 'Royal Gala', 'Braeburn', 'Pink Lady', 'Evelina' y 'Fuji', siendo la más importante, 'Honeycrisp', dado que es una variedad que padece suma sensibilidad a machucón, heridas pedunculares en cosecha y predisposición a una amplia gama de desórdenes fisiológicos en postcosecha, tales como *bitter pit*, lenticelosis, escaldados (blando y superficial) y pardeamiento interno, por tanto, necesita revisión acuciosa de los puntos críticos de control (Gallardo *et al.*, 2015).

Gran parte de la propensión a desórdenes fisiológicos (*bitter pit*, lenticelosis) y machucones, es por predisposición genética, madurez, o calibres grandes. Asimismo, factores de precosecha, como la acidez del suelo (< pH 6) y la escasez de calcio, pueden afectar la incidencia a estos desórdenes, ocasionando disminución en la calidad (Ferguson, 1990). Los machucones producidos por el daño mecánico se generan por debilidad de la epidermis a causa de la pérdida de agua o calcio, los cuales pueden ser oxidados o blancos, dependiendo de la temperatura a la cual se generen (FIA, 2020).

Debido a esto, cada variedad tiene plazos para llenado de cámaras de mantenimiento, tiempos y temperaturas específicas para disminuir la temperatura de los frutos sin generar un estrés y posteriores alteraciones o desórdenes fisiológicos en postcosecha. Por ejemplo, para 'Honeycrisp' se cuenta con 4 días para completar el proceso de llenado de cámara, la cual se encuentra preparada a 10 °C. Posterior a esto, la fruta continúa por diez días a la misma temperatura,

dentro de los cuales se someten a un proceso *SmartFresh*. Dicho proceso se realiza a variedades más sensibles a daños y alteraciones, y con mayor respiración celular, y consiste en la aplicación exógena de 1-MCP, compuesto que a nivel celular se une a los receptores de la hormona etileno para bloquear su acción. Como resultado, se pausa el proceso de maduración, manteniendo la materia prima con mayor conservación y frescura, disminuyendo efectos como pérdida de firmeza y pérdida prematura del color verde (Paucar, 2022). La aplicación de 1-MCP se realiza bajo ciertas condiciones de la cámara, la cual debe estar cerrada a lo menos 24 horas, para realizar el proceso de forma correcta. El producto se disuelve en agua dependiendo de la cantidad de *bins* en cámara. Al tomar contacto con el agua, el producto libera moléculas de gas, las cuales se esparcen gracias a ventiladores del equipo de frío. La cámara se abre después de 24 horas, para toma de temperatura y medición de O₂ y CO₂ (Paucar, 2022).

En el caso de 'Honeycrisp', terminado el proceso de pre-acondicionamiento a 10 °C durante diez días, se comienza a bajar la temperatura gradualmente hasta llegar a 3 °C, que es la temperatura óptima de guarda de dicha variedad. Este proceso de disminución gradual de temperatura se denomina *step cooling* o enfriamiento escalonado, el cual aminora el desorden metabólico o fisiológico en la fruta por estrés térmico, dando tiempo a la fruta para que reaccione y genere mecanismos de defensa y protección. Una vez terminado, la fruta está preparada para comenzar con el proceso de selección y embalaje (Moggia y Pereira, 2005).

Durante el tiempo que la materia prima se alberga en cámara de mantención, la humedad relativa debe ser supervisada, procurando que sea superior a 85 %, para así evitar deshidratación de los frutos. Además, se debe asegurar que el CO₂ liberado durante la mantención no supere el 0,5 %. Estos dos parámetros son controlados con un higrómetro y sensores de CO₂ (Calero y Artés, 2002). Para controlar la concentración de CO₂ en cámara, al momento de comenzar el llenado de cámara se posicionan sacos de cal (óxido de calcio, CaO), por los bordes y entre los *bins* de manzanas.

El proceso de embalado y selección de frutas se realiza según variedad en distintas máquinas de selección y embalado. Por ejemplo, existiendo en planta la

antigua Línea MAF con secciones mecánicas, se utiliza para variedades con calibres múltiples y más pequeños como 'Royal Gala', 'Braeburn', entre otras. Por otro lado, la moderna Línea Compac es utilizada para variedades con gran calibre, como 'Honeycrisp'. Ambas líneas comienzan en un vaciador lleno de agua circulante donde se vierten los *bins* con materia prima. Se adosan dos sensores en el canal del vaciador para medir cloro libre (650- 900 mV) y pH (6,0 -8,5), a través del sistema de sanitización automatizado Accu-Tab® (Pace International, USA), el cual monitorea constantemente que los valores se mantengan dentro de norma. Si los sensores muestran bajos niveles de cloro según la configuración, el sistema añade hipoclorito de calcio, haciendo circular agua dentro de un estanque. De tal manera, aumentará la frecuencia de aplicación si la fruta está muy sucia, puesto que mientras mayor sea el nivel de suciedad, menor será el nivel de cloro libre en el agua. Asimismo, es posible realizar correcciones de pH de manera automática agregando ácido fosfórico si el pH es inferior a lo permitido por norma (6,0 - 8,5), debido al aumento de cloro libre en el agua (Normas para manzana de exportación Temporada 2021 - 2022. Empresa privada. Información de uso confidencial).

La etapa de lavado se realiza con detergente neutro Deterfrut 1L por 100 L de agua (Pace International, USA) o Royal Clean 0,5 L por 100 L de agua, los que son aplicados por el equipo PaceGard Wash, que cuenta con un estanque de 150 L, el cual es alimentado de manera manual con agua potable. Mientras el equipo asperja la línea, dispone en el área de lavado aproximadamente 30 rodillos que giran y limpian la fruta, avanzando al enjuague con agua clorada a temperaturas de 35 a 40 °C. De esta forma, la fruta sigue avanzando por rodillos hasta la sección de pre-secado (Normas para manzana de exportación Temporada 2021 - 2022. Empresa privada. Información de uso confidencial).

Posterior al enjuague y antes del pre-secado, se aplica cloruro de calcio, cuya aplicación depende de la variedad y descripción en norma. El Instrumento de aplicación es PaceGard Calcium (Pacegard Commercial Applicators Inc., USA), y sus componentes y funcionamiento son iguales a PaceGard Wash. En el caso de 'Honeycrisp', la aplicación o gasto por hora es de 250 a 350 cc por *bins*, dosificado

según norma (1,5 L Optical en 100 L Agua), midiendo cada una hora la cantidad de producto aplicado según los *bins* procesados. La aplicación de calcio está dirigida a las variedades con baja cantidad de dicho elemento, para evitar alteraciones fisiológicas (ej. *bitter pit*), manteniendo así la firmeza (Román y Kellerhals, 2014).

El secado posterior a estas aplicaciones se efectúa, inicialmente, con aire forzado frío mediante 4 ventiladores, y luego en un horno de pre-secado a 27 °C, aproximadamente. Seguidamente, la materia prima pasa a ser asperjada con fungicida y cera, en el caso de ser un pedido encerado. Todos los productos son dosificados y calculados según la cantidad de *bins* que están siendo procesados en cada hora, con el propósito de tomar las medidas exactas de químicos aplicados y permitidos según la norma (con cera, 100 a 350 cc por bins, y con agua, 300 a 350 cc bins⁻¹). El equipo encargado de esto es PaceGard SD, el que cuenta con un estanque plástico de capacidad 60 L, con una barra graduada para visualizar el nivel del producto, complementado con un sistema de agitación. El producto es impulsado a través de una estación hidráulica de alta presión. El producto aplicado depende de la variedad y se aplica según la norma. Para 'Honeycrisp' se aplica Scholar 230® SC (i.a. Fludioxonil, Syngenta®, USA) a 300 cc en 60 litros de agua, cera Primafresh® 606 GL, (i.a. Carnauba, Pace International, USA), o fungicida Shield Brite® PYR a 400 SC (i.a. Pirimetanilo, Pace International, USA). (Normas para manzana de exportación Temporada 2021 - 2022. Empresa privada. Información de uso confidencial).

Luego del proceso de fumigado o encerado, proceden los hornos de secado. Según cada variedad será la temperatura permitida. Los hornos funcionan a base de resistencias, por lo que, al alcanzar la temperatura configurada, estos se apagan hasta descender a una temperatura determinada y luego vuelven a funcionar, evitando un escaldado por exceso de temperatura. Las temperaturas se miden cada 15 minutos, para evitar problemas. Posterior al secado, se encuentra el módulo de inspección Spectrim™, donde se eliminan los defectos a partir de un software que se programa para reconocer los defectos según variedad, colores y formas. La fruta es distribuida a las cintas de embalaje según pesos y colores: 1) se envía directo a

bins que permiten mayor cantidad de defectos; o 2) se destina a fruta comercial si esta fruta contiene defectos de calidad, pero no de condición, y/o 3) a cintas, donde se embalan a cajas de mejor calidad y mercados más exigentes. Los operadores asignan qué calibres y colores envían a cada cinta (máximo dos diferentes por cinta), así el personal de *packing* realiza selección y embalaje, según corresponda (Normas para manzana de exportación Temporada 2021/2022. Empresa privada. Información de uso confidencial).

La fruta que no cumple con las normas de calidad y calibres, pero que no presenta problemas de condición, se destina a fruta comercial. En este punto se evalúan un total de 50 frutos, los cuales son revisados los defectos y calculado el porcentaje de fruta exportable sin defectos que llegan erróneamente a la fruta comercial, por algún desperfecto de la operación. Esta medición se realiza cada una hora (Normas para manzana de exportación Temporada 2021 - 2022. Empresa privada. Información de uso confidencial).

Mientras el personal de *packing* embala y paletiza el producto terminado según calibres y colores, se efectúa el control de calidad de producto terminado, evaluando según norma los defectos de calidad, condición, calibres, colores y pesos. Si estos controles resultan fuera de la norma, se informa a los operadores calibradores de línea Compac, y se reevalúa posterior a 10 min. Si el problema persiste, se da un segundo aviso, y si no se corrige, se bloquea la línea, no permitiendo que se embale más fruta de esa línea. La fruta ya embalada pasa a un reembalaje para sacar el o los defectos causantes del problema. Este reembalado se efectúa a mano, es decir, no se reprocesa la fruta, para evitar su deterioro. Al mismo tiempo, el analista de firmeza se encarga de realizar la evaluación de firmeza de producto terminado, colectando 10 frutos por cada calibre y color, midiendo su firmeza con una máquina FTA/GS-25 (Firmness Texture Analyser, Guss Manufacturing). Cada variedad debe cumplir con ciertos parámetros de firmeza según norma. Si la firmeza es menor a la ideal, se da aviso al encargado de la labor, lo que da inicio al seguimiento de esta fruta. Junto con la firmeza, se testea la cantidad de sólidos solubles que presenta cada muestra con un refractómetro manual o digital (Normas para manzana de exportación Temporada 2021 - 2022. Empresa privada. Información de uso

confidencial).

Adicionalmente, se ejecuta un control de peso, donde se revisa uno a uno los calibres y peso de cajas, evitando y ajustando bajo peso y sobrepeso de cajas. Esto se realiza según norma de embalaje para cada uno de los mercados de destino y clientes específicos. La fruta embalada, aprobada y paletizada, se lleva, nuevamente, a una cámara de mantención a 3 °C, donde baja lentamente la temperatura adquirida durante el proceso. Se ejecutan cuatro controles de temperatura al día, y se conservan hasta el momento de su despacho. Cabe mencionar, que durante el proceso de selección y embalado, la fruta aumenta su temperatura entre 6 a 10 grados; y que el tiempo de regularización de temperatura en la cámara de mantención, posterior a su salida de *packing*, puede variar. Finalmente, cuando la fruta alcanza una temperatura dentro del rango de 3,0 a 3,5 °C en cámara, está lista para ser despachada (Normas para manzana de exportación Temporada 2021 - 2022. Empresa privada. Información de uso confidencial).

Análisis de puntos críticos de control en *packing* de manzanas

Los puntos críticos encontrados y tratados en la línea de procesos del *packing* de la empresa en cuestión son: duchas en la recepción de fruta, temperaturas en cámaras de guarda, vaciador clorado, lavado de fruta, enjuague, aplicación de calcio, pre secado con horno de baja temperatura, aplicación de fungicida y encerado, y secado con hornos alta temperatura. Cada uno de estos es monitoreado con una frecuencia determinada para evitar y aminorar errores o desviaciones que signifiquen pérdidas de materia prima o alteraciones en el proceso. Las mediciones se registran sin errores de edición, ya sean errores, borrones, distinto color y tipo de lápiz, en planillas correspondientes para posteriores auditorías de certificaciones (Tabla 4). Cada punto crítico de control será detallado con posterioridad en la descripción del proceso.

La calidad de la fruta es muy variable y dependerá de los procedimientos realizados en postcosecha. Desde que llega a la planta de proceso, se trabaja para que la fruta tenga el menor daño posible, monitoreando y aplicando distintas técnicas de mantención.

Tabla 4. Puntos críticos de control en packing de manzanas variedad HoneyCrisp.

PCC	Especificaciones
Duchas en recepción	Cloruro de Calcio: 2400 ppm; Fludioxonil: 250 cc/100 L agua; Tiempo de exposición de 30-90 segundos por bloque de bins
Temperatura de guarda	FC: 7 días a 10 °C, luego bajar diariamente 1 °C hasta lograr una T° de 3 °C, aplicación de smart fresh el día 6 post guarda. AC: Mismo proceso de baja temperatura, en el séptimo día se comienza a bajar O ₂ a 4 % o menos, proceso que dura máx. 72 h
H.R. y gases (O ₂ y CO ₂)	FC: H.R.= 90 a 95 %; CO ₂ = < 0,5 % AC: H.R.= 90 - 95 %; CO ₂ = 0,5 - 0,7 %; O ₂ = 2,5 %
Vaciador clorado	FC/AC: Cloro Libre: 80 a 120 ppm o bien, Sistema ORP 650 - 900 mV; pH: 6,0 - 8,5.
Lavado de fruta	FC/AC: Lavado con detergente neutro Deterfruit 1 L/ 100 L de agua en fruta sin bloqueador. Fruta sucia y/o con bloqueador se puede lavar con dosis más alta hasta 2 L en 100 L.
Enjuague	FC/AC: Agua Clorada a T° 35 a 40 °C
Aplicación de calcio	FC/AC: Cloruro de Calcio: 1,5 L/100 L de agua. Gasto 250 - 350 cc/bins
Pre secado	FC/AC: Temperatura de horno máximo 28 °C
Aplicación de fungicida y encerado	FC: Fludioxonil: dosis de producto: 500 cc/100 L de agua; Dosis de solución por bins: 300 - 550 cc bins ⁻¹ . AC: ENCERADO+FUNGICIDA (De acuerdo a indicación comercial) Fludioxonil: dosis: 500 cc/ 100 lt de cera; Gasto solución: 100 - 350 cc bins ⁻¹ FUNGICIDA con agua (De acuerdo a indicación comercial) Fludioxonil: dosis: 500 cc/ 100 L de agua; Gasto solución: 300 - 550 cc/bins.
Secado	FC/AC: Horno a T° ambiente o T° 25 a 35 °C.
T° Paletizado	FC/AC: En antecámara T° ambiente 8 - 10° C
Mantenimiento en cámara producto terminado	FC: T° pulpa= 3,0 °C; T° ambiente= 3.0 °C; H.R.= 90 a 95 %; CO ₂ = < 0,5 % AC: T° pulpa= 3,5 °C; T° ambiente= 3 - 4 °C; H.R.= 90 a 95 %; CO ₂ = < 0,5 %

Fuente: Normas para manzana de exportación Temporada 2021 - 2022. Empresa privada. Información de uso confidencial.

Respecto a la aplicación de biocidas, los principales hongos que afectan a la fruta son: *Neofabraea* spp. (podrición lenticelar y ojo de buey), *Colletotrichum acutatum* (podredumbre amarga), *Botrytis cinerea* (moho gris), *Penicillium expansum* (moho azul) y *Mucor piriformis* (Mucor), y podredumbre seca o húmeda, principalmente causadas por *Alternaria* spp. y *Fusarium* spp. (Nybom, 2020). Para su control, se suministran fungicidas en dos fases del proceso (recepción y después del lavado), los cuales pueden ser de dos tipos dependiendo de la variedad (Tabla 5).

Los principios activos N-(4, 6-dimethylpyrimidin-2-yl)-aniline (o pirimetanilo); y 4-(2,2-difluoro-1,3-benzodioxol-4-il)-1H-pirrol-3-carbonitril (o fludioxonilo), están aprobados por SAG (Servicio Agrícola y Ganadero), para aplicación en postcosecha, para evitar proliferación de hongos en periodo de guarda y traslado a destino.

Pirimetanilo es utilizado en las variedades como Braeburn, Pink Lady y Dundowner. Pertenece al grupo químico de las Anilinopirimidinas, es de amplio espectro y controla cepas de hongos resistentes, principalmente *B. cinerea*, *Venturia inaequalis*. Es sistémico, penetra rápidamente en la cutícula e inhibe la síntesis de metionina, inhibiendo la secreción de enzimas fúngicas requeridas para el proceso de infección, bloqueando la capacidad de los hongos para degradar y digerir los tejidos de la planta (Etiqueta de producto comercial Shield- Brite PYR 400 SC).

Fludioxonilo, por otra parte, es aplicado en variedades como Red delicious, Granny Smith, Royal Gala, Fuji, Braeburn, Pink Lady, Honeycrisp, Golden Delicious y Evelina, pertenece al grupo químico de los Fenilpirroles, y es de amplio espectro, principalmente utilizado para controlar *P. expansum*, *B. cinerea*, *Neofabraea alba*. Es un fungicida de contacto, estimula la síntesis de glicerol por parte del hongo, compuesto que regula la presión osmótica intracelular a través de los procesos de intercambio de la membrana plasmática. De esta forma, se produce una hipertrofia que acaba destruyendo las células del hongo (Etiquetas de productos comerciales Shield- Brite FDL 230 SC y Scholar® 230 SC).

La aplicación de fungicidas en esta etapa requiere un riguroso monitoreo debido al contacto de los productos químicos con alimentos de consumo directo. Cada producto es recomendado por la empresa encargada de los equipos de aplicación, en este caso, Pace International (Pace International, s.f.).

CONCLUSIONES

Los objetivos del presente informe profesional fueron cumplidos, y es posible concluir lo siguiente:

1. Para mantener el nivel de competitividad, los esfuerzos de la industria de manzanas deben enfocarse en ofrecer fruta que cumpla con los estándares de calidad y condición, la inocuidad alimentaria y las exigencias fitosanitarias de los mercados.
2. Los puntos críticos de control en un packing de manzanas de exportación incluyen duchas en la recepción de fruta, temperaturas en cámaras de guarda, vaciador clorado, lavado de fruta, enjuague, aplicación de calcio, pre secado con horno de baja temperatura, aplicación de fungicida y encerado, y secado con hornos alta temperatura.
3. La supervisión en los puntos críticos de control, y la intervención oportuna, permite garantizar el cumplimiento en términos de calidad e inocuidad alimentaria, favoreciendo, a su vez, la confianza del consumidor, la competitividad en el mercado y la optimización de la cadena de suministro.

REFERENCIAS

1. Aylwin, G. & Kulczewski, M. 2021. Situación actual y expectativas de la manzana chilena en los mercados mundiales. <https://mundoagro.cl/situacion-actual-y-expectativas-de-la-manzana-chilena-en-los-mercados-mundiales/>
2. Calero, F. & Artés, F. 2002. Daños por frío en la postrecolección de frutas y hortalizas. pp:9-11. En: Departamento de Ingeniería de Alimentos (Eds.) Universidad Politécnica de Cartagena. Cartagena, España.
3. CCA (2003). *Código Internacional de Prácticas Recomendado - Principios Generales de Higiene de los Alimentos CAC/RCP 1-1969, rev 4.* FAO/OMS.
4. Cubero, S., Aleixos, N, Moltó, E., Gómez-Sanchis, J. & Blasco, J. (2011). *Advances in machine vision applications for automatic inspection and quality evaluation of fruits and vegetables.* Food and Bioprocess Technology, 4(4), 487-504. <https://doi.org/10.1007/s11947-010-0411-8>
5. FAO. (2009). *La certificación en la cadena de valor de las frutas frescas.* Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

6. FAO. (2022a). *FAOSTAT: Production Database*. [Conjunto de datos]. <https://www.fao.org/faostat/es/#home>
7. FAO. (2022b). *Agricultural production statistics. 2000–2021*. <https://doi.org/10.4060/cc3751en>
8. Ferguson, I., & Watkins, C. (1989). *Bitter pit in apple fruit*. *Horticultural Reviews*, 11:289-355. <https://doi.org/10.1002/9781118060841.ch8>
9. FIA. (2020). *Resultados y lecciones en Sistema de alerta en línea para mejorar la calidad de manzanas: Proyecto de innovación en Regiones de O'Higgins, Maule y La Araucanía: Valorización a septiembre de 2020*. Fundación para la Innovación Agraria.
10. Fruits from Chile. (2021). *Apples*. <https://fruitsfromchile.com/fruit/apples/>
11. Gallardo, R. K., Hanrahan, I., Hong, Y. A., & Luby, J. J. (2015). *Crop load management and the market profitability of 'Honeycrisp' apples*. *HortTechnology*, 25(4), 575-584. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.25.4.575>
12. Gopala, C. (2015). *Engineering for storage of fruits and vegetables: cold storage, controlled atmosphere storage, modified atmosphere storage*. Academic Press.
13. Guajardo, V. (2000). *Estudio del ablandamiento de manzanas cv. Fuji y Braeburn, en relación al comportamiento de enzimas que degradan pared celular*. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/55221>
14. Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura. (2017). *Atmósferas controladas y modificadas en postcosecha, serie postcosecha y comercialización*. <https://www.intagri.com/articulos/poscosecha-comercializacion/atmosferas-controladas-y-modificadas-en-postcosecha>
15. International Finance Corporation. (2020). *Food Safety Handbook: A Practical Guide for Building a Robust Food Safety Management System*. International Finance Corporation.
16. Lu, Y., & Lu, R. (2016). Quality evaluation of apples. In D. -W. Sun (Ed.), *Computer vision technology for food quality evaluation* (pp. 273-304). Academic Press.
17. Maraboli, P. (2022). Balance de la temporada 21/22 de manzanas y recomendaciones postcosecha. <https://mundoagro.cl/balance-de-la->

temporada-21-22-de-manzanas-y-recomendaciones-postcosecha/

18. Moggia, C., & Pereira, M. (2005). Daño por frío en manzanas. *Boletín Pomáceas*, 5(6), 1-4.
19. Nybom, H., Ahmadi-Afzadi, M., Rumpunen, K., & Tahir, I. Review of the impact of apple fruit ripening, texture and chemical contents on genetically determined susceptibility to storage rots. *Plants (Basel)*, 9(7), 831. doi: 10.3390/plants9070831
20. ODEPA. (2023). *Boletín de la fruta*. [Conjunto de datos interactivos]. Oficina de Políticas Agrarias. <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiODAzN2I5ZTEtMDQ2MC00NGYxLWFINWltOWRlZmM2NzQ0MzA2liwidCI6IjMzYjdmNzA3LTZINmYtNDJkMi04ZDZmLTk4YmZmOWZiNWZhMCIsImMiOiR9>
21. OEC. (2021). *Apples, fresh*. [Conjunto de datos interactivos]. The Observatory of Economic Complexity. <https://oec.world/en/profile/hs/apples-fresh>
22. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. (2016). *Manual de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control-HACCP*. <https://www.oirsa.org/contenido/biblioteca/Manual%20de%20an%C3%A1lisis%20de%20peligros%20y%20puntos%20cr%C3%ADticos%20de%20control%20-%20HACCP.pdf>
23. Pace International. (s.f.). *Edible coatings*. <https://www.paceint.com/products/coatings/>
24. Paucar, L. M. (2022). *La maduración, el etileno, cambios asociados con la maduración. Tecnología del Smart Fresh*. [https://docplayer.es/34175687 - La-maduracion-el-etileno-cambios-asociados-con-la-maduracion-tecnologia-del-smart-fresh.html](https://docplayer.es/34175687-La-maduracion-el-etileno-cambios-asociados-con-la-maduracion-tecnologia-del-smart-fresh.html)
25. Patocka, J., Bhardwaj, K., Klimova, B., Nepovimova, E., Wu, Q., Landi, M., Kuca, K., Valis, M., & Wu, W. (2020). *Malus domestica*: A review on nutritional features, chemical composition, traditional and medicinal value. *Plants*, 9(11), 1408. <https://doi.org/10.3390/plants9111408>
26. Pietrysiak, E., Smith, S., & Ganjyal, G. M. (2019). Food safety interventions to control listeria monocytogenes in the fresh apple packing industry: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(6), 1705–1726. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12496>
27. Pomanova. (2021). *Manzana, un mercado de alta competitividad y complejidad*.

<https://www.pomanova.cl/2021/05/18/manzana-un-mercado-de-alta-competitividad-y-complejidad-2/>

28. Román, S., & Kellerhals, M. (2014). Bitter Pit y Lenticelosis en manzano: factores predisponentes y medidas de control en los huertos. *Boletín Pomáceas*, 14(3), 1-7.
29. Sánchez, D. V., Rodríguez, V. G. G., & Álvarez, N. D. (2010). *El Sistema HACCP. Barreras y acciones para su implementación desde una perspectiva CTS*. <https://www.eumed.net/libros-gratis/2010d/793/793.pdf>
30. San Clemente. (2022). *Innovación y desarrollo. Packing*. <https://sclem.cl/id-packing/>
31. Schröer, R., & S. Remler. (2017). *Informe final. Análisis del sector de Packing e identificación de posibilidades para ERNC*. <https://4echile.cl/wp-content/uploads/2020/10/estudios-analisis-del-sector-de-packing-e-identificacion-de-posibilidades-para-ERNC.pdf>
32. Simfruit. (2022). *WAPA: Estimación a la baja en la producción de manzanas y peras del hemisferio sur*. <https://www.simfruit.cl/wapa-estimacion-a-la-baja-en-la-produccion-de-manzanas-y-peras-del-hemisferio-sur/>
33. Simfruit. (2023). *Anuario Manzanas 2022: Producción mundial de manzanas baja 5,3% esta temporada*. <https://www.simfruit.cl/anuario-manzanas-2022-produccion-mundial-de-manzanas-baja-53-esta-temporada/>
34. Tafur, M. A. (2009). La inocuidad de alimentos y el comercio internacional. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 22(3), 330-338.
35. Vasylieva, N. & James, H. (2021). Production and trade patterns in the world apple market. *Innovative Marketing*, 17(1), 16-25.